

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000057700  
PUBLICATION DATE : 25-02-00

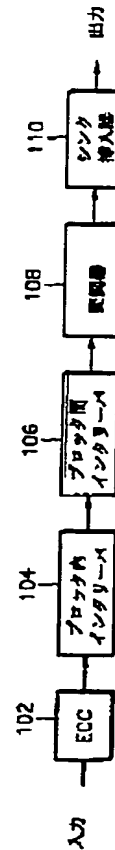
APPLICATION DATE : 04-08-99  
APPLICATION NUMBER : 11221747

APPLICANT : SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD;

INVENTOR : JUNG GYU-HWAN;

INT.CL. : G11B 20/12 G11B 20/18 H03M 13/27

TITLE : INTERLEAVING METHOD FOR  
HIGH-DENSITY RECORDING MEDIUM  
AND CIRCUIT THEREFOR



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an interleaving method capable of being applied to a high-density recording medium and performing a high speed search and to provide the circuit therefor.

SOLUTION: This interleaving circuit includes an intra-block interleaver 104 which interleaves input data having a prescribed error-correcting code in an error-correcting block and outputs the data interleaved in the block, and an intra-block interleaver 106 which interleaves the data interleaved in the block in prescribed number of error-correcting blocks among blocks and which outputs the data interleaved among blocks.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-57700

(P2000-57700A)

(43) 公開日 平成12年2月25日 (2000. 2. 25)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード <sup>*</sup> (参考)
G 1 1 B 20/12		G 1 1 B 20/12	
20/18	5 3 6	20/18	5 3 6 B
	5 7 0		5 7 0 G
H 0 3 M 13/27		H 0 3 M 13/27	

審査請求 有 請求項の数26 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平11-221747

(22) 出願日 平成11年8月4日 (1999. 8. 4)

(31) 優先権主張番号 1 9 9 8 3 1 6 9 7

(32) 優先日 平成10年8月4日 (1998. 8. 4)

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(31) 優先権主張番号 1 9 9 8 4 6 2 4 0

(32) 優先日 平成10年10月30日 (1998. 10. 30)

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(71) 出願人 390019839

三星電子株式会社

大韓民国京畿道水原市八達区梅灘洞416

(72) 発明者 鄭 宗植

大韓民国ソウル特別市永登浦区楊坪洞1街  
20番地新東亜アパート5棟302号

(72) 発明者 李 胤雨

大韓民国京畿道水原市勸善区勸善洞1188番  
地星志アパート105棟905号

(72) 発明者 鄭 圭桓

大韓民国京畿道水原市勸善区勸善洞1274番  
地新東亜大原アパート511棟1005号

(74) 代理人 100064908

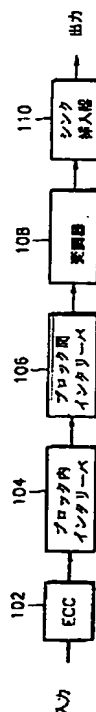
弁理士 志賀 正武 (外1名)

(54) 【発明の名称】 高密度記録媒体のためのインタリーブ方法及びその回路

(57) 【要約】

【課題】 高密度記録媒体に適用可能で、しかも高速サーチが可能なインタリーブ方法及びその回路を提供する。

【解決手段】 所定のエラー訂正コードをもつ入力データをエラー訂正ブロック内でインタリーブし、ブロック内でインタリーブされたデータを出力するブロック内インタリーブ104と、ブロック内でインタリーブされたデータを所定数のエラー訂正ブロック単位でブロック間インタリーブし、ブロック間インタリーブされたデータを出力するブロック間インタリーブ106とを含むインタリーブ回路。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 高密度記録媒体のエラー訂正能力を向上させるための方法において、

(a) 所定のエラー訂正コードをもつ入力データをエラー訂正ブロック内でインタリーブし、第1のインタリーブされたデータを発生する段階と、

(b) 前記第1のインタリーブされたデータを所定数のエラー訂正ブロック単位でブロック間インタリーブし、第2のインタリーブされたデータを発生する段階とを含むインタリーブ方法。

【請求項2】 前記エラー訂正コード及びエラー訂正ブロックのサイズは、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-RWなどのDVDファミリー製品と互換可能なRS (208, 192, 17)であり、ここで、RSはリード-ソロモンコードの略字であり、208は全体コードワードの大きさであり、192はコードワードのうちユーザデータの大きさであり、17は外部パリティの個数に1を和したものを表すことを特徴とする請求項1に記載のインタリーブ方法。

【請求項3】 前記(b)段階においては、隣り合う2つのエラー訂正ブロック内のセクタをブロック間インタリーブすることを特徴とする請求項1に記載のインタリーブ方法。

【請求項4】 前記(b)段階においては、エラー訂正ブロックが、セクタA1、セクタA2、...、セクタA16からなるAブロックとセクタB1、セクタB2、...、セクタB16からなるBブロックがあるとするとき、ブロック間インタリーブの順序は、A1、B16、A2、B15、A3、B14、...、A14、B3、A15、B2、A16、B1であることを特徴とする請求項3に記載のインタリーブ方法。

【請求項5】 前記(b)段階においては、エラー訂正ブロック内の各セクタの位置情報が存在する行はインタリーブせずに固定することを特徴とする請求項4に記載のインタリーブ方法。

【請求項6】 前記(b)段階においては、隣り合う2つのエラー訂正ブロックで、各ブロックの奇数番目のセクタ同士でインタリーブし、同様に偶数番目のセクタ同士でインタリーブすることを特徴とする請求項3に記載のインタリーブ方法。

【請求項7】 前記(b)段階においては、隣り合う2つ以上のエラー訂正ブロック内のセクタをブロック間インタリーブすることを特徴とする請求項1に記載のインタリーブ方法。

【請求項8】 前記(b)段階においては、前記エラー訂正ブロック内の各セクタの位置情報が存在する行はインタリーブせずに固定することを特徴とする請求項1に記載のインタリーブ方法。

【請求項9】 前記(b)段階においては、2つのエラー訂正ブロック単位で各セクタの位置情報が存在する行はインタリーブせずに固定し、セクタの1行単位でブロック間インタリーブすることを特徴とする請求項8に記載

のインタリーブ方法。

【請求項10】 前記2つのエラー訂正ブロックをAブロック及びBブロックとすると、Aブロックのある1行は、Bブロックの位置情報が存在する行を除いてはいずれの位置にも配列可能なことを特徴とする請求項9に記載のインタリーブ方法。

【請求項11】 前記(b)段階においては、隣り合う2つのエラー訂正ブロック単位で各ブロック内のセクタをブロック間インタリーブするが、2つのエラー訂正ブロックをAブロック及びBブロックとすると、Aブロックの最初のセクタの位置情報(ID)が存在する1行を配列し、Aブロックの最初のセクタのIDが存在する部分を除いた12行を配列し、Aブロックの2番目のセクタのIDが存在する1行を配列し、Bブロックの最初のセクタのIDが存在する部分を除いた12行を配列し、...、Bブロックの15番目のセクタのIDが存在する1行を配列し、Aブロックの16番目のセクタのIDが存在する部分を除いた12行を配列し、Bブロックの16番目のセクタのIDが存在する1行を配列し、Bブロックの16番目のセクタのIDが存在する部分を除いた12行を配列する順序に従ってインタリーブすることを特徴とする請求項8に記載のインタリーブ方法。

【請求項12】 前記(b)段階においては、隣り合う2つのエラー訂正ブロック単位で各ブロック内のセクタをインタリーブするが、2つのエラー訂正ブロックをAブロック及びBブロックとすると、Aブロックの最初のセクタの位置情報(ID)が存在する1行を配列し、Aブロックの最初のセクタのIDが存在する部分を除いた最初の6行とBブロックの最初のセクタのIDが存在する部分を除いた最初の6行を配列し、Aブロックの2番目のセクタのIDが存在する1行を配列し、Aブロックの最初のセクタの残りの6行とBブロックの最初のセクタの残りの6行を配列し、...、Bブロックの15番目のセクタのIDが存在する1行を配列し、Aブロックの16番目のセクタのIDが存在する部分を除いた最初の6行とBブロックの16番目のセクタのIDが存在する部分を除いた最初の6行を配列し、Bブロックの16番目のIDが存在する1行を配列し、Aブロックの16番目のセクタの残りの6行とBブロックの16番目のセクタの残りの6行を配列する順序に従ってインタリーブすることを特徴とする請求項8に記載のインタリーブ方法。

【請求項13】 前記記録媒体は、最小マーク長が0.2  $\mu\text{m}$ 、トラックピッチ長が0.42  $\mu\text{m}$ 、記録可能なユーザデータが約14.8 GByteであり、記録媒体上のエラー訂正可能な長さは約6.5mmであることを特徴とする請求項1に記載のインタリーブ方法。

【請求項14】 前記記録媒体は、最小マーク長が0.2  $\mu\text{m}$ 、トラックピッチ長が0.4  $\mu\text{m}$ 、記録可能なユーザデータが約15.5 GByteであり、記録媒体上のエラー訂正可能な長さは約6.5mmであることを特徴とする請求項

1に記載のインタリーブ方法。

【請求項15】 前記入力データは、列方向に最大で29バイトのバーストエラーに対しエラー訂正可能なことを特徴とする請求項1に記載のインタリーブ方法。

【請求項16】 高密度記録媒体のエラー訂正能力を向上させるための回路において、所定のエラー訂正コードをもつ入力データをエラー訂正ブロック内でインタリーブし、ブロック内でインタリーブされたデータを出力するブロック内インタリーブと、前記ブロック内でインタリーブされたデータを所定数のエラー訂正ブロック単位でブロック間インタリーブし、ブロック間インタリーブされたデータを出力するブロック間インタリーブとを含むインタリーブ回路。

【請求項17】 前記エラー訂正コード及びエラー訂正ブロックのサイズは、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-RWなどのDVDファミリー製品と互換可能なRS(208,192,17)であり、ここで、RSはリード-ソロモンコードの略字であり、208は全体コードワードの大きさであり、192はコードワードのうちユーザデータの大きさであり、17は外部パリティの個数に1を和したものを表すことを特徴とする請求項16に記載のインタリーブ回路。

【請求項18】 前記ブロック間インタリーブは、隣り合う2つのエラー訂正ブロック内のセクタをブロック間インタリーブすることを特徴とする請求項16に記載のインタリーブ回路。

【請求項19】 前記ブロック間インタリーブは、隣り合う2つのエラー訂正ブロックで各ブロックの奇数番目のセクタ同士でインタリーブを行い、同様に偶数番目のセクタ同士でインタリーブを行うことを特徴とする請求項18に記載のインタリーブ回路。

【請求項20】 前記ブロック間インタリーブは、隣り合う2つ以上のエラー訂正ブロックをブロック間インタリーブすることを特徴とする請求項16に記載のインタリーブ回路。

【請求項21】 前記ブロック間インタリーブは、前記エラー訂正ブロックの各セクタの位置情報が存在する行はインタリーブせずに固定することを特徴とする請求項16に記載のインタリーブ回路。

【請求項22】 前記ブロック間インタリーブは、2つのエラー訂正ブロック単位で各セクタの位置情報が存在する行はインタリーブせずに固定し、セクタの1行単位でブロック間インタリーブすることを特徴とする請求項21に記載のインタリーブ回路。

【請求項23】 前記2つのエラー訂正ブロックをAブロック及びBブロックとすると、Aブロックのある1行は、Bブロックの位置情報が存在する行を除いてはいずれの位置にも配列可能なことを特徴とする請求項22に記載のインタリーブ回路。

【請求項24】 前記入力データは、列方向に最大で29バイトのバーストエラーに対しエラー訂正可能なことを

特徴とする請求項16に記載のインタリーブ回路。

【請求項25】 前記記録媒体は、最小マーク長が0.22 $\mu$ m、トラックピッチ長が0.42 $\mu$ m、記録可能なユーザデータが約14.8GByteであり、記録媒体上のエラー訂正可能な長さは約6.5mmであることを特徴とする請求項16に記載のインタリーブ回路。

【請求項26】 前記記録媒体は、最小マーク長が0.22 $\mu$ m、トラックピッチ長が0.4 $\mu$ m、記録可能なユーザデータが約15.5GByteであり、記録媒体上のエラー訂正可能な長さは約6.5mmであることを特徴とする請求項16に記載のインタリーブ回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、エラー訂正分野に係り、特に、HD-DVD(High Definition Digital Versatile Disc)フォーマットを有する高密度記録媒体に適用でき、しかも高速サーチが可能なインタリーブ方法及びその回路に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、1枚の光ディスクに記録可能なデータの容量が大きくなりつつあり、これは良好な画質及び音質を提供するために、それに相応する多量のデータを記録かつ再生し、コンピュータ周辺機器としての役割を十分果たすべく、各種の情報を記憶できるようにするためである。

【0003】このため、光ディスクも、初期のコンパクトディスク(CD)で約600Mbyteの記憶容量を有していたものが、DVDフォーマットのディスク("DVD")への発展に伴い、約4.7Gbyteの記憶容量を有するに至っている。この記憶容量は、MPEG(Moving Picture Expert Group)-2の画質とAC(Audio Coding)-3の音質を持ちながら、約135分間再生できるようにしたものである。

【0004】ところが、最近、HDTVの商業化が進むにつれて、HDTV水準の画質が要求されている。従って、HDTV水準の画質への要求に応えるには、さらなるデータの記憶容量をもつ記録媒体が望まれる。これを目標に開発されているのが、HD-DVDフォーマットのディスク("HD-DVD")である。

【0005】通常のDVDに記憶可能な容量(約4.7Gbyte)から約3.28倍大きくなった約15Gbyteのデータが記憶できなければ、HDTV画質に対応できる映像及び音声は約130分間連続して再生できない。このHD-DVDは、記録される実際のビット長を縮めることで、DVDの一種であるDVD-ROM(Read Only Memory)に等しいサイズのディスクに記録されるデータの容量を大きくしている。

【0006】ところが、これは、光記録再生装置のピックアップ部でのデータ検出時に生じるエラー量が増加し、ディスクに僅かな傷がついたとき、これによるデータの損失は、通常のDVDよりも大きくならざるを得ない。このデータ損失を補えるものがエラー訂正技術であ

るが、これを適用する方法に応じて、記録されるユーザデータの量と、記録及び再生に際しユーザデータの信頼性に大いに影響する。そのため、DVDに適用されていたエラー訂正方法をそのままHD-DVDに適用する場合、再生されるデータの信頼度が格段に落ちる。

【0007】DVDの一例であるDVD-ROMに用いられるエラー訂正ブロックのためのフォーマットは、図1に示すように、列方向に208バイト、行方向に182バイトとなるように構成されている。行方向には、172バイトのユーザデータと10バイトの内部パリティがあり、列方向には12バイトのセクタが16個あり、16バイトの外部パリティがある。

【0008】図2に示すように、このエラー訂正ブロックに対してインタリーブを行っている。インタリーブを行う理由は、隣り合うビットを引き離してディスクに記録されるようにし、ディスクにある程度の傷がついたとしても、エラー訂正ができるようにするためである。すなわち、16バイトの外部パリティを1行ずつ毎セクタの最後に挿入されるように配列している。このように、通常のDVDにおいては、エラー訂正ブロック単位で行インタリーブのみ適用していた。しかし、この方法では、HD-DVDなどの高密度記録媒体に望まれるエラー訂正能力を持てない。

【0009】図2において、全体のエラー訂正ブロックのサイズは、37,856 (182×208) バイトとなる。このエラー訂正ブロックで訂正可能な、連続したエラーの範囲は182バイト×16行である。これは、外部パリティの大きさが16バイトであることに起因する。実際にディスクに記録される時は、ユーザデータ及びパリティのほか、予め決まっているシンクパターンもあるから、エラー訂正能力を計算するに際しては、これを考慮しなければならない。このシンクパターンは、1行に2個ずつ挿入されているが、32ビットのシンクパターンが91バイト毎に1個ずつ挿入されているから、1行の182バイトには64ビットのシンクパターンがあることになる。

【0010】従って、通常のDVDフォーマットのディスクのためのエラー訂正ブロックで訂正可能なバーストエラーの大きさは下記の通りである。1行が182バイトとなっており、これは8対16変調することを考慮しなければならないため、

$$32\text{ビット} \times 2\text{個} + (182\text{バイト} \times 8) \times 2\text{倍} = 2,976\text{ビット}$$

となり、全体のエラー訂正ブロックで訂正可能なバーストエラーの大きさは、

$$2,976\text{ビット} \times 16\text{行} = 47,616\text{ビット}$$

となる。DVDフォーマットのディスクにおいて、最小マーク長(3T)が0.4μmとなっているが、これは3チャネルビットに相当する。よって、訂正可能な長さxとすると、

$$0.4\mu\text{m} : 3\text{ビット} = x\mu\text{m} : 47,616\text{ビット}$$

$$x = 0.000634\text{m} = 0.634\text{mm}$$

となる。上記のような計算の結果、DVDのエラー訂正ブロックで訂正可能な最大のエラーの大きさは47,616ビットとなる。

【0011】DVDの仕様は、記録可能な最小マーク長が0.4μmであり、トラック間の距離(トラックピッチ)が0.74μmである。このとき、エラー訂正能力は、列方向に外部パリティが16バイトであるため、ディスクのトラック向きに約6.3mmの傷がついたとしても、エラー訂正ができるようになっている。

【0012】従って、通常の光ディスクにおいては、ディスクのトラック向きについた約6.3mmの傷を訂正できるエラー訂正能力が要求されている。DVDフォーマットにおいても同様のエラー訂正能力が要求されており、これに基づきエラー訂正ブロックで訂正可能なビット数を設定している。

【0013】DVDに用いられるエラー訂正ブロックでは、同じ6.3mmの傷に対し、DVD-ROMではエラー訂正が可能であるが、HD-DVDではそうでない。これは、DVD-ROMは約6.3mmの傷について47,616ビット分の情報に影響が及ぶが、HD-DVDはこれらの約3.28倍に至る156,180ビット分の情報に影響が及ぶからである。このため、通常のDVDに用いられていたエラー訂正方法をそのままHD-DVDに適用し難い問題点があった。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記事情に鑑みて成されたものであり、その目的は、DVDフォーマットと互換可能でありながら、エラー訂正能力は向上される、高密度記録媒体のためのインタリーブ方法を提供するところにある。

【0015】本発明の他の目的は、DVDフォーマットでのエラー訂正コードを用いながら、エラー訂正能力は向上され、しかも希望する箇所へのアクセス時間もDVDフォーマットと同様にして高速サーチが可能な高密度記録媒体のためのインタリーブ回路を提供するところにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、本発明にかかるインタリーブ方法は、高密度記録媒体のエラー訂正能力を向上させるための方法であって、所定のエラー訂正コードをもつ入力データをエラー訂正ブロック内でインタリーブし、第1のインタリーブされたデータを発生する段階と、前記第1のインタリーブされたデータを所定数のエラー訂正ブロック単位でブロック間インタリーブし、第2のインタリーブされたデータを発生する段階とを含むことを特徴とする。

【0017】前記他の目的を達成するために、本発明にかかるインタリーブ回路は、高密度記録媒体のエラー訂正能力を向上させるための回路であって、ブロック内インタリーブとブロック間インタリーブを含み、ブロック

内インタリーブは、所定のエラー訂正コードをもつ入力データをエラー訂正ブロック内でインタリーブしてブロック内でインタリーブされたデータを出力し、ブロック間インタリーブは、前記ブロック内でインタリーブされたデータを所定数のエラー訂正ブロック単位でブロック間インタリーブしてブロック間インタリーブされたデータを出力することを特徴とする。

#### 【0018】

【発明の実施の形態】以下、添付の図面に基づき、本発明にかかる高密度記録媒体のためのインタリーブ方法及びその回路の望ましい実施形態について説明する。図3は、本発明にかかるインタリーブ回路が採られた光記録再生装置のチャンネル変調器のブロック図である。エラー訂正符号化器(ECCで記してある:102)は、HD-DVDから読み取ったデータをエラー訂正符号化して、エラー訂正符号化されたデータを提供する。このとき、エラー訂正符号化器102で用いるエラー訂正コードは、通常のDVDで用いるRS(208,192,17)と同様である。ここで、RSは、リード・ソロモン(Reed-Solomon)コードの略字で、208は全体のコードワードの数であり、192は全体のコードワードのうちユーザデータの大きさであり、17はパリティの個数に1を和したものである。

【0019】ブロック内インタリーブ104は、エラー訂正符号化器102でエラー訂正符号化されたデータをブロック内でインタリーブする。つまり、このブロック内インタリーブは、通常のDVDフォーマットの行・インタリーブと同様に、16バイトの外部パリティを各セクタの最後に1行ずつ挿入する。ブロック間インタリーブ106は、ブロック内でインタリーブされた2つのエラー訂正ブロック単位でブロック間インタリーブを行い、位置情報であるID(Identification)の存在する各セクタの最初行はインタリーブしない。

【0020】変調器108は、ブロック間インタリーブ106でブロック間インタリーブされたデータを所定の変調体系(ここでは、8対16変調)により変調する。シンク挿入器110は、変調されたデータに対して32ビットの2つのシンクパターンを挿入して、ディスクに記録するために出力する。

【0021】まず、本発明に適用されるHD-DVD記録フォーマットについて説明する。本発明で用いるHD-DVD記録フォーマットの一実施形態では、トラックピッチを $0.42\mu\text{m}$ とし、最小マーク長を $0.22\mu\text{m}$ とする。これにより、DVDと同様の面積に記録可能なデータ量は以下のよう計算される。

【0022】ディスクの記録可能な面積は、円の面積が $\pi r^2$ であるから(ここで、 $r$ は円の半径)、外部円の面積 $=\pi(58\text{mm})^2=0.01056832\text{m}^2$ 、内部円の面積 $=\pi(24\text{mm})^2=0.00180956\text{m}^2$ となる。従って、実際のデータ領域は、外部円の面積から内部円の面積を引いた、

データ領域 $=0.00875876\text{m}^2$

となる。ここで、トラックピッチ長が $0.42\mu\text{m}$ 、最小ピッチ長が $0.22\mu\text{m}=3T=3$ ビットであるから、3ビットが占める面積は $0.42\mu\text{m} \times 0.22\mu\text{m}=9.24 \times 10^{-14}\text{m}^2$ となり、これにより、1ビットが占める面積は、 $9.24 \times 10^{-14}\text{m}^2$ を3で除した $3.08 \times 10^{-14}\text{m}^2$ となる。ここで、記録可能なデータ領域は $0.00875876\text{m}^2$ であるから、記録可能な容量であるデータ領域を1ビットが占める面積 $3.08 \times 10^{-14}\text{m}^2$ で除すると、 $2.84 \times 10^{11}$ ビットとなる。これは8対16変調により変調された値であるから、変調前に計算すると、 $2.84 \times 10^{11} / 2$ ビットとなり、バイト単位では $(2.84 \times 10^{11} / 2) / 8\text{byte}=17.7776\text{Gbyte}$ となる。

【0023】通常のDVDで用いるエラー訂正ブロックにおいて、ユーザデータでないエラー訂正用パリティとシンクパターンが占める割合は、次のように計算される。総ユーザデータ量 $=192 \times 172=33,024$ バイト、パリティ量 $=16 \times 182+192 \times 10=4,832$ バイト、シンクパターンの大きさ $=(208 \times 32 \times 2) / 8=1,664$ バイト

となる。したがって、

総冗長量 $=4,832+1,664=6,496$ バイト、

総データ量 $=33,024+6,496=39,520$ バイト

となる。総冗長量と総データ量との割合は $6,496 / 39,520=16.437\%$ であるから、HD-DVDでの冗長の大きさを $X$ とするとき、

$$6,496:39,520=X:17.777 \times 10^9$$

$$X=2.922 \times 10^9$$

となる。従って、実際に記録可能なユーザデータ量は、 $17.777 \times 10^9 - 2.922 \times 10^9=14.855\text{Gbyte}$

となる。本発明で提案する、HD-DVDのフォーマットで記録可能な総ユーザデータ量は $14.8\text{Gbyte}$ である。また、ディスクのトラック向きに少なくとも約 $6.3\text{mm}$ を訂正できなければならないため、ディスクに記録される最小マーク長が $0.22\mu\text{m}=3T=3$ ビットであるとき、エラー訂正可能なビット数を $X$ とすれば、

$$6.3\text{mm}:X=0.22\mu\text{m}:3\text{ビット}$$

$$X=85,909\text{ビット}$$

となる。16対8復調を行うと、 $85,909 / 2=42,954.5$ ビットとなる。そして、これをバイト単位に換算すると、 $42,954.5 / 8=5,369.3$ バイトとなり、これをDVDのエラー訂正ブロックに対応させると、1行に182バイトがあるから、列方向に $5,369.3 / 182=29.5$ 行となる。ここで、行方向182バイトにはシンクパターンが含まれていないため、シンクパターンまで考慮した上でエラー訂正に要求されるパリティ数を計算する必要がある。すなわち、シンクパターンは1行に64ビットが挿入され、このシンクパターンは前もって定まっているから、 $5,369.3 / 182+64 / 8=29.5$ 行となる。この値が、列方向のエラー訂正に必要とされるパリティの個数となる。従って、外部エラー訂正で列方向に少なくとも29バイトは訂正できる。

【0024】一方、本発明が適用されるHD-DVDの他の実施形態による記録フォーマットが、トラック間の距離が $0.4\mu\text{m}$ で、最小マーク長が $0.22\mu\text{m}$ となっている場合にも、同じくインタリーブを行うと、 $6.5\text{mm}$ の傷がついたとしてもエラー訂正でき、実際に記録可能なユーザデータ量を計算すると、次のようになる。

【0025】前述のように、DVD-ROMと同様の面積に記録可能なデータ領域は $0.00875876\text{m}^2$ であり、トラックピッチ長が $0.4\mu\text{m}$ であり、最小ピッチ長が $0.22\mu\text{m}=3\text{T}=3\text{ビット}$ であるため、3ビットが占める面積は $0.4\mu\text{m} \times 0.22\mu\text{m}=8.8 \times 10^{-14}\text{m}^2$ となり、これにより、1ビットが占める面積は $8.8 \times 10^{-14}\text{m}^2$ を3で除した $2.93 \times 10^{-14}\text{m}^2$ となる。ここで、記録可能なデータ領域は $0.0087587\text{m}^2$ であるから、これを1ビットが占める面積 $2.93 \times 10^{-14}\text{m}^2$ で除すると、 $2.98 \times 10^{11}$ ビットとなる。これは8対16変調により変調された値であるから、変調前に換算すると、 $2.98 \times 10^{11} / 2$ ビットとなり、バイト単位で換算すると、 $2.98 \times 10^{11} / 2 / 8\text{byte}=18.6\text{Gbyte}$ となる。

【0026】DVDエラー訂正ブロックにおいて、ユーザデータでないエラー訂正用パリティとシンクパターンが占める割合は、前述のように総ユーザデータ量が33,024バイトであり、パリティ量が4,832バイトであり、シンクパターンの大きさが1,664バイトであるから、総冗長量は6,496バイトとなり、総データ量は39,520バイトとなる。

【0027】総冗長量と総データ量との割合は、 $6,496 / 39,520=16.437\%$ であるから、HD-DVDでの冗長をXとすると、

$$6,496:39,520=X:18.6 \times 10^9$$

$$X=3.057 \times 10^9 \text{ バイト}$$

となる。これにより、実際に記録可能なユーザデータ量は $18.6 \times 10^9 - 3.057 \times 10^9=15.5\text{Gbyte}$ となる。

【0028】要するに、本発明のHD-DVD記録フォーマットによれば、通常のDVDと互換性を有しながら、エラー訂正可能な長さが通常のDVDの $6.3\text{mm}$ から $6.5\text{mm}$ に伸ばされるとともに、記録容量が15.5Gbyteまで増大できながらも、現在の光ディスクで要求されるエラー訂正能力を確保することができる。エラー訂正長を $6.5\text{mm}$ に伸ばすには、トラックピッチ長を $0.74\mu\text{m}$ から $0.42\mu\text{m}$ に縮め、かつ最小の記録マーク長を $0.4\mu\text{m}$ から $0.22\mu\text{m}$ に縮めるHD-DVD記録フォーマットを用いる。また、記録容量を15.5Gbyteに増大するには、トラックピッチ長を $0.4\mu\text{m}$ とし、最小の記録マーク長を $0.22\mu\text{m}$ とするHD-DVD記録フォーマットを用いる。本発明のさらに他の記録フォーマットとしては、トラックピッチ長を $0.4\mu\text{m}$ または $0.42\mu\text{m}$ とし、最小の記録マーク長を $0.25\mu\text{m}$ として用いることもできる。

【0029】一方、光ディスクの記録容量を増大する方法には、1ビットを記録するに要される面積を縮める方法が最も広範に用いられている。この方法を用いること

で、CDからDVDへの発展に伴い、該記録容量が約4.8倍高まっている。こうなると、光ディスクの特性から、ピックアップ部で用いるレーザの波長も縮めなければならないため、データの検出に際しエラー率が高まり、しかもディスクの表面に生じる同寸法の傷にも、CDよりはDVDでエラー訂正できないビット数が増大する。従って、CDプレーヤーよりは、DVDプレーヤーで用いるエラー訂正方法が一層多くのエラーを訂正できるようにする必要がある。

【0030】このDVDより多くの情報を記録できる媒体であるHD-DVDにおいては、1ビットを記録するに要される面積がDVDよりも約1.3.36に縮まっている。これは、HD-DVD 1枚に約15GByteの情報を記録できるようにするためである。これにより、エラー訂正能力も同じく向上される必要がある。本発明においては、HD-DVDのためのエラー訂正能力を高める方法として、ブロック内インタリーブ及びブロック間インタリーブを用い、エラー訂正ブロックで隣り合うセクタを引き離してHD-DVDに記録することにより、ディスクに傷がついたとき、この傷がエラー訂正ブロックで連続しないようにし、これにより訂正可能なバーストエラーの大きさを伸ばしている。

【0031】次に、本発明の一実施形態にかかるブロック間インタリーブを説明する。図4は、図3に示されたブロック間インタリーブ106に適用可能な一実施形態によるブロック間インタリーブ方法を説明するための図である。図4において、エラー訂正ブロックがAブロック及びBブロックがあり、Aブロックの内容はセクタA1、セクタA2、...、セクタA16からなり、Bブロックの内容はセクタB1、セクタB2、...、セクタB16からなるとするとき、ブロック間インタリーブはA1、B16、A2、B15、A3、B14、...、A14、B3、A15、B2、A16、B1の順序で行われる。このようにブロック間インタリーブを行うと、図5に示されたように、列方向に最大で29バイトのエラーが生じるとしても訂正可能である。

【0032】本発明は、エラー訂正能力を向上させるために、エラー訂正用パリティを増大する方法を用いず、隣り合う2つのエラー訂正ブロックに対し各ブロックのセクタをインタリーブすることで、バーストエラーに対するエラー訂正能力を高める方法を用いる。

【0033】ディスクに記録するデータの順序をエラー訂正ブロックに配列されたデータの順序と異ならしめることにより、ディスクの一定領域に生じうる傷による影響が、複数（ここでは2つ）のエラー訂正ブロックに分散されるようにする。従って、本発明にかかるブロック間インタリーブにより、ディスクの傷が原因で損失されたデータが分散されることから、エラー訂正可能なデータが通常のDVDより多くなる。HD-DVDでエラー訂正可能なバーストエラーは次のように計算される。

【0034】通常のDVDにおいて、RSコードにて訂正可能なバーストエラーの訂正範囲は、16行 $\times$ 182バイトで

ある。図4に示されたように、ブロック間インタリーブを行ってから訂正可能な最大長は、A1セクタの13行、A2セクタの3行ともエラーが生じるのであれば、Aブロックに対しては16行となる。この場合を、訂正可能な最大エラーが生じたと言える。本発明の第1実施形態によるブロック間インタリーブを行ってから訂正可能なバーストエラーの訂正範囲は、図5に示されたように、Aブロックの13行の最初のセクタとBブロックの13行の16番目のセクタとAブロックの3行の2番目のセクタをすべて和した29行となる。

【0035】本発明の一実施形態によるブロック間インタリーブされた結果を、エラー訂正ブロック単位で再配列すると、図6に示されたようにA1セクタ、A2セクタの順番で1つのエラー訂正ブロックが構成され、図7に示されたようにB1セクタ、B2セクタの順番でもう1つのエラー訂正ブロックが構成される。このとき、それぞれのエラー訂正ブロックは、列方向に16バイトのエラーを訂正できるので、Aブロックで列方向にエラーが生じた16バイトを構成するには、A1セクタで13バイト、A2セクタで3バイトにエラーが生じなければならない。これは、実際のディスクに、図5に示されたように、A1セクタに13バイト、B16セクタに13バイト、そしてA2セクタに3バイトのエラーが連続して生じた場合である。

【0036】従って、HD-DVDにおいては、列方向に合計29バイトのエラーが生じたとしても、DVDでのエラー訂正コードを用いてエラーを訂正することができる。すなわち、エラー訂正用パリティを追加せずに、最大で5,287 (29×182) バイトのエラーが訂正可能となる。この値をHD-DVDのディスクのトラック向きの長さに換算すると、シンクパターンが現在のDVDと同様であると仮定したとき、エラー訂正ブロックで1行ごとに64ビットのシンクパターンが追加される。

【0037】従って、5,510バイト (29×(64/8+182)) のシンクパターンが構成されるが、これをビットに換算すると、44,080 (5,510×8) となる。8対16変調を行うと、2倍に増大するので、29,386 (88,160/3) 個の最小マークに対応する。従って、エラー訂正可能な最大長は、6.5mm (29,386×0.22μm) となる。

【0038】本発明の一実施形態においては、隣り合う2つのエラー訂正ブロック単位でブロック間インタリーブを行っているが、これに限定されることなく、2つ以上のエラー訂正ブロックに対してもブロック間インタリーブが可能である。エラー訂正能力を向上させるためのブロック間インタリーブの他の例として、2つのエラー訂正ブロックで各ブロックの奇数番目のセクタ、及び偶数番目のセクタ同士で配列することもできる。このとき、ブロック間インタリーブによりディスクへのアクセス時間に損失が生じうるが、これを防止できるブロック間インタリーブ方法について説明する。

【0039】ブロック内インタリーブ済みのセクタは、

図8に示されたように、セクタの最初行には位置情報であるIDが含まれている。2つのエラー訂正ブロックを用いブロック間インタリーブを行うとき、位置情報であるID (12バイト) が存在する行はその位置を固定させ、残りの行のみセクタ間インタリーブする。

【0040】エラー訂正ブロックが、Aブロック及びBブロックがあるとし、Aブロックの内容がセクタA1、セクタA2、...、セクタA16からなり、Bブロックの内容がセクタB1、セクタB2、...、セクタB16からなるとし、A1セクタを182バイト単位に区切ってA101、A102、A103、...、A113、A2セクタを182バイト単位に区切ってA201、A202、A203、...、A213等で順序を決め、B1セクタを182バイト単位に区切ってB101、B102、B103、...、B113、B2セクタを182バイト単位に区切ってB201、B202、B203、...、B213等で順序を決めると、インタリーブを行うとき、IDが存在するA101、A201、A301、...、A1601とB101、B201、B301、...、B1601はその位置を固定させ、残りのデータに対して1行、つまり、182バイト単位で2つのエラー訂正ブロック間にインタリーブを行うことができる。例えば、Aブロックのある1行の182バイトは、BブロックのIDが存在する位置を除いてはいずれの位置にも配列可能である。

【0041】このように、IDを含んでいる各セクタの最初行はそのままにしておくと、ディスク上のデータ的位置を知らせるIDは順次ディスクに記録されるので、ディスクへのアクセス時間が通常のDVDと同様に維持でき、エラー訂正能力は、IDを含んでいる最初行を除いたデータと最終行のパリティデータを含めてブロック間インタリーブを行うことにより向上させることができる。

【0042】図9は、本発明の他の実施形態によるブロック間インタリーブを示す図である。同図において、インタリーブの順序は、Aブロックの最初のセクタのIDが存在する1行 (182バイト) を配列し、Aブロックの最初のセクタのIDが存在する最初行を除いた12行を配列し、Aブロックの2番目のセクタのIDが存在する1行を配列し、Bブロックの最初のセクタのIDが存在する最初行を除いた12行を配列し、...、Bブロックの15番目のセクタのIDが存在する1行を配列し、Aブロックの16番目のセクタのIDが存在する最初行を除いた12行を配列し、Bブロックの16番目のセクタのIDが存在する1行を配列し、Bブロックの16番目のセクタのIDが存在する行を除いた12行を配列する順序でインタリーブされる。

【0043】従って、本発明においては、隣り合うエラー訂正ブロック間に、セクタ単位でIDの存在する行を除いたデータに対しインタリーブを行いHD-DVDに記録することにより、ディスクに傷がついたとき、この傷がエラー訂正ブロックでは連続されないようにして、訂正可能なバーストエラーの大きさを伸ばしている。

【0044】DVDフォーマットで訂正可能なバーストエラーの最大の大きさは16行×182バイトであるから、こ



れを目安に本発明の他の実施形態によるブロック間インタリーブを行ってから訂正可能な最大長は次のように計算できる。

【0045】A1セクタのIDが存在する1行、A1セクタの12行、A2セクタのIDが存在する1行、B1セクタの12行、A2セクタの2行ともにエラーが生じたとするとき、Aブロックに対しては $13+1+2=16$ 行となる。従って、この場合を、訂正可能な最大のエラーが生じたと言える。これはインタリーブされた状態であるから、訂正可能な最大エラーの大きさは、上記のような値を和すると、列方向に $1+12+1+12+2=28$ バイトであり、該全体の大きさは $28 \times 182$ バイトである。

【0046】図10は、本発明の他の実施形態によるブロック間インタリーブを行ってから訂正可能な最大エラーが生じた場合を示す図である。これをエラー訂正単位に再配列すると、図11に示されたように、A1セクタ、A2セクタの順序で1つのエラー訂正ブロックが構成され、図12に示されたように、B1セクタ、B2セクタの順序でもう1つのエラー訂正ブロックが構成される。

【0047】このとき、それぞれのエラー訂正ブロックは、列方向に16バイトのエラーを訂正できるが、Aブロックで列方向にエラーが生じた16バイトを構成するには、A1セクタに13バイト、IDが存在するA2セクタに1バイト、A2セクタに2バイトでいずれもエラーが生じなければならない。ここで、A3セクタのIDが存在する1行は、図11に示されたAブロックから明らかなように、連続していない。

【0048】これは、実際のディスクにはA1セクタのIDが存在する1バイト、A1セクタのデータ12バイト、A2セクタのIDが存在する1バイト、B1セクタのデータ12バイト、そしてA2セクタのデータ2バイトで連続してエラーが生じた場合である。これを合計すると、28バイト( $13+1+12+2$ )となる。従って、HD-DVDでは列方向に合計で28バイトのエラーが生じた場合であっても、通常のDVDでのエラー訂正コードを用いてエラーを訂正することができる。これにより、エラー訂正用パリティを追加せずに、最大で5.096 ( $28 \times 182$ ) バイトのエラーを訂正することができる。

【0049】この値をHD-DVDのディスクのトラック向きの長さに換算すると、エラー訂正可能な最大の傷の寸法が分かる。ここで、シンクパターンは、通常のDVDと同様であると仮定したとき、エラー訂正ブロックで1行に64ビットが追加される。従って、シンクパターンは28行 $\times$  ( $64/8+182$ ) = 5,320バイトで構成されるが、これをビットに換算すると、 $5,320 \times 8 = 42,560$ ビットとなる。これを8対16変調すると、2倍に増大するので、85,120 ( $42,560 \times 2$ ) ビットとなる。本発明において、実際の3Tの長さを0.22 $\mu$ mにする場合は、28,373 ( $85,120/3$ ) 個の最小マークに対応する。従って、エラー訂正される長さは6.24mm ( $28,373 \times 0.22\mu\text{m}$ ) となる。

【0050】図13は、本発明のさらに他の実施形態によるブロック間インタリーブを説明するための図である。図13においても、両ブロック間にインタリーブを行うとき、各IDが存在する行はそのままにしておき、1つのセクタ内に両ブロックの各セクタの半分ずつ配列する。すなわち、図14に示されたように、インタリーブの順序は、Aブロックの最初のセクタのIDが存在する1行(182バイト)を配列し、Aブロックの最初のセクタのIDが存在する行を除いた最初の6行とBブロックの最初のセクタのIDが存在する最初行を除いた最初の6行を配列し、Aブロックの2番目のセクタのIDが存在する1行を配列し、Aブロックの最初のセクタの残りの6行とBブロックの最初のセクタの残りの6行を配列し、...、Bブロックの15番目のセクタのIDが存在する1行を配列し、Aブロックの16番目のセクタのIDが存在する最初行を除いた最初の6行とBブロックの16番目のセクタのIDが存在する最初行を除いた最初の6行を配列し、Bブロックの16番目のセクタのIDが存在する1行を配列し、Aブロックの16番目のセクタの残りの6行とBブロックの16番目のセクタの残りの6行を配列する順序に従ってインタリーブされる。

【0051】本発明においては、ブロック内インタリーブのみならず、ブロック間インタリーブを行うので、エラー訂正可能なバーストエラーが、通常のDVDでのエラー訂正可能なバーストエラーよりも大きくなる。このとき、訂正可能な長さも、通常のDVDで約6.3mmであったものが、約6.5mmに伸ばされる。これにより、DVD-ROMよりも高いバーストエラー訂正能力を持つことになる。さらに、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-RW (Rewritable) などのDVDファミリー製品で用いる通常のDVDのためのエラー訂正コード及びエラー訂正ブロックの寸法をそのままHD-DVDに用いることができる。

【0052】本発明によると、図9及び図14に示されたように、2つのエラー訂正ブロックに対してセクタ間インタリーブを行うが、このとき、IDの存在する毎セクタの最初行はそのままにしておき、残りのデータをセクタ間インタリーブする。その結果、ディスク上の位置を知らせるIDはインタリーブしないことから、現在のDVDに同水準のアクセス時間を保ちながら、エラー訂正能力を向上させることができる。これにより、DVDより高いバーストエラー訂正能力を有しながら、アクセス時間の無損失を図ることができる。

【0053】一方、図4に示されたブロック間インタリーブにおいては、アクセス時間の損失を無くすために、IDの存在する毎セクタの最初行はインタリーブしないこともできる。

【0054】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、エラー訂正コードの形態を通常のDVDフォーマットと同様にして、ブロック内インタリーブだけでなく、ブロック間インタリーブを行い、ディスクの傷によるバーストエ

ラー訂正能力を改善することから、DVDフォーマットの互換性が維持でき、しかも位置情報の存在する行はブロック間インタリーブしないことから、ブロック間インタリーブに起因するアクセス時間の損失無しに高速サーチが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 通常のDVDのためのエラー訂正ブロックのフォーマットを示す図である。

【図2】 通常のDVDのためのインタリーブされたエラー訂正ブロックを示す図である。

【図3】 本発明にかかるインタリーブ回路を採っている光記録再生装置のチャネル変調器のブロック図である。

【図4】 本発明の一実施形態によるブロック間インタリーブを説明するための図である。

【図5】 本発明の一実施形態によるブロック間インタリーブ後のエラー訂正可能な範囲を説明するための図である。

【図6】 図5に図示のブロック間インタリーブされた結果を各エラー訂正ブロックで再配列した図である。

【図7】 図6に続く、図5に図示のブロック間インタリ

ーブされた結果を各エラー訂正ブロックで再配列した図である。

【図8】 本発明にかかるブロック内インタリーブ後のセクタの仕組みを示す図である。

【図9】 本発明の他の実施形態によるブロック間インタリーブを説明するための図である。

【図10】 本発明の他の実施形態によるブロック間インタリーブ後のエラー訂正可能な範囲を説明するための図である。

【図11】 図10に図示のブロック間インタリーブされた結果を各エラー訂正ブロックで再配列した図である。

【図12】 図11に続く、図10に図示のブロック間インタリーブされた結果を各エラー訂正ブロックで再配列した図である。

【図13】 本発明のさらに他の実施形態によるブロック間インタリーブを説明するための図である。

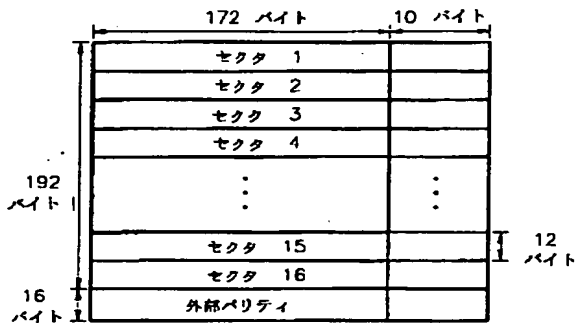
【図14】 本発明のさらに他の実施形態によるブロック間インタリーブされた結果を示す図である。

【符号の説明】

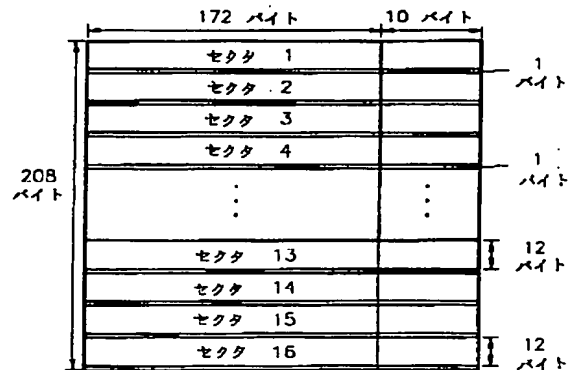
104 ブロック内インタリーブ

106 ブロック間インタリーブ

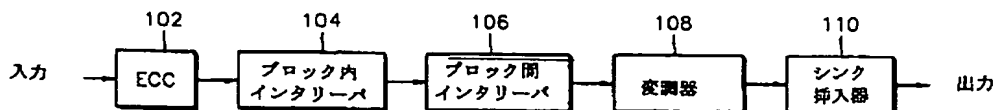
【図1】



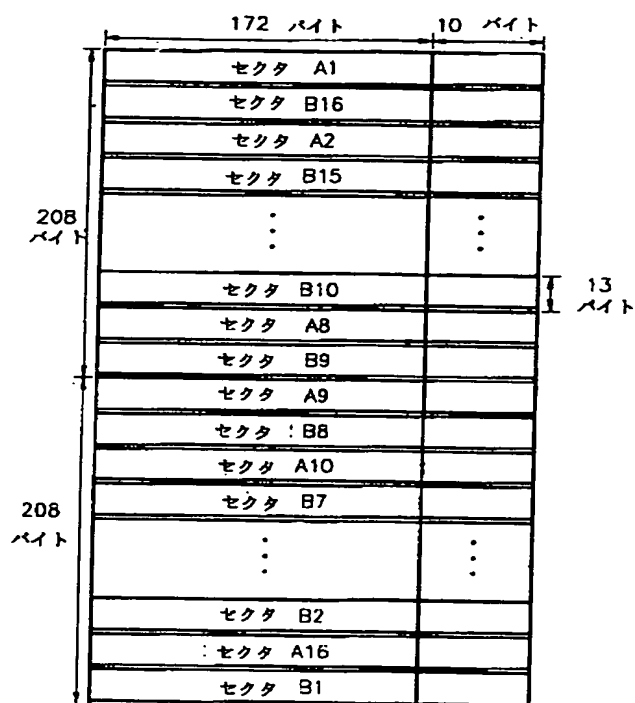
【図2】



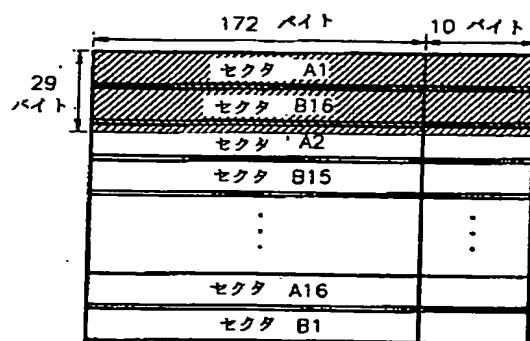
【図3】



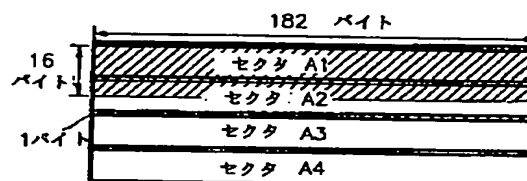
【図4】



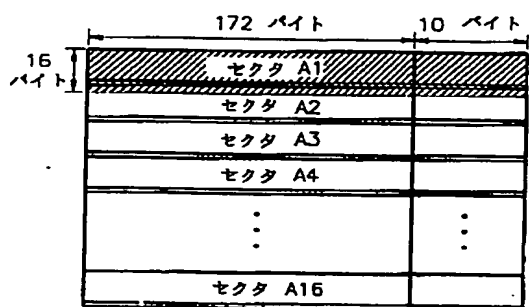
【図5】



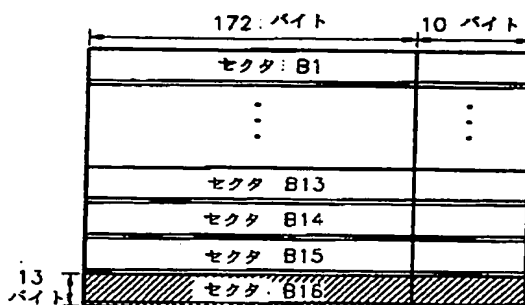
【図11】



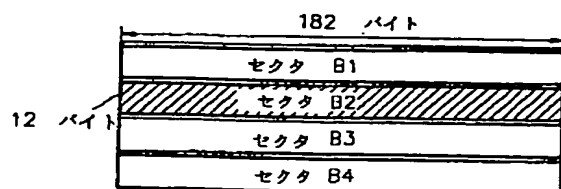
【図6】



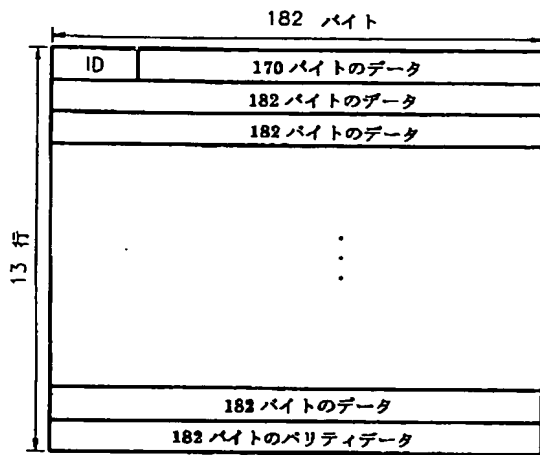
【図7】



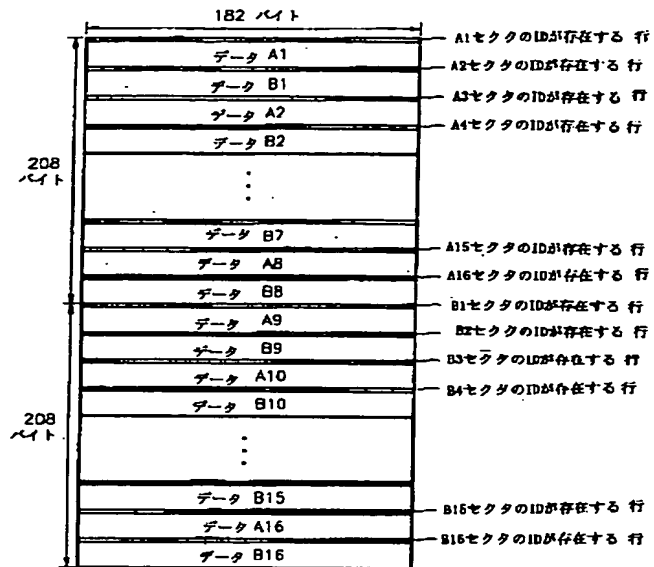
【図12】



【図8】



【図9】



【図10】

